

Формирование металлографической текстуры методом комбинированной деформации ковкой и экструзией в сплаве Гейслера системы Ni-Mn-Ga

Абдуллина Динара Рамиловна¹

Сафаров Ильфат Миндигалеевич², Галеев Рафаил Мансурович²,
Гайфуллин Руслан Юнусович¹

¹Бакирский государственный университет

²Институт проблем сверхпластичности металлов РАН

Мусабилов Ирек Ильфирович², к.ф.-м.н.

din2512@yandex.ru

Сплавы системы Ni₂Mn-X (X=Ga, In, Sn, Co, Fe и др.) проявляют уникальное сочетание физических свойств. В области комнатных температур в них протекают мартенситное и магнитное фазовые превращения. При этих температурах в сплавах наблюдаются ферромагнитный эффект памяти формы, магнитокалорический эффект и др. Это позволяет отнести сплавы к классу перспективных функциональных материалов. Большое количество экспериментальных и теоретических работ посвящено поиску максимальных величин эффектов при вариации элементного состава сплавов, легировании другими химическими элементами. Недостатком материалов в исходном литом состоянии является хрупкость и подверженность разрушению при циклировании через температуру мартенситного превращения. Одним из способов повышения стабильности функциональных эффектов и повышение прочности исследуемых поликристаллических сплавов является их деформационно-термическая обработка (ДТО). Авторами работы в настоящее время ведется интенсивная работа по применению к сплавам Гейслера комбинированной деформационной обработки методом всесторонней изотермическойковки (ВИК) с последующей экструзией. Преимуществоковки заключается в получении объемного материала с модифицированной микроструктурой, внесение в материал большого количества внутренних напряжений. А экструзия позволяет получить острую кристаллографическую и металлографическую текстуру.

В работе представлены результаты исследования микроструктуры поликристаллического сплава Ni₂MnGa, подвергнутого деформационно-термической обработке методом ВИК с последующей экструзией.

Деформация сплава методом ВИК проведена на испытательной машине Schenck Trebel RMC 100. Последовательность этапов ВИК приведена на рисунке 1 (а). Представлены схема деформацииковки и выбор ориентации заготовки сплава до и после деформационной обработки. Образец до деформационной обработки был цилиндрической формы (рис. 1 (b)). После 5-ти переходовковки и заключительной вытяжки он приобрел форму параллелепипеда (рис. 1 (c)). Ковка была выполнена таким образом, чтобы получить образец, вытянутый вдоль оси OZ, из которого можно было вырезать образец для экструзии. Ось цилиндра совпадает с направлением оси OZ параллелепипеда. Прямую экструзионную обработку проводили при 700°C. После экструзии была получена заготовка в виде цилиндра \varnothing 5 мм и длиной 22 мм и торца. Направления в экструдированном образце показаны на рисунке 1 (d).

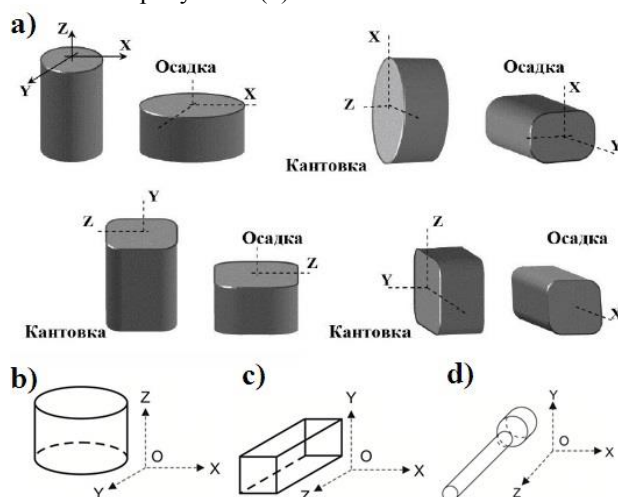


рис.1. Схема пластической деформации методом ВИК: (а) схематическое изображение (б) заготовка сплава в исходном литом состоянии (в) после ковки и (г) после экструзии

Для исследований микроструктуры сплава, подвергнутого деформационно-термической обработке методом ВИК и последующей экструзии, из заготовки был вырезан образец в плоскости YOZ. На полученном срезе был подготовлен шлиф, полировкой на абразивной бумаге и финишной электрополировкой.

Микроструктура сплава исследована с помощью высокоразрешающего растрового электронного микроскопа TESCAN MIRA 3 LMN. Съёмка проводилась в режиме регистрации обратно-отраженных электронов. На рисунке 2 представлен результат съёмки микроструктуры локального участка образца. Расположение оси OZ соответствует горизонтали рисунка. Наблюдаются вытянутые зерна размером около 0,2-1 мкм, свидетельствующие о том, что в структуре присутствует металлографическая текстура. Крупные зерна окружены мелкозернистой структурой. В теле как крупных зерен, так и большинства зерен мелкозернистой структуры наблюдается мартенситные двойники. Это свидетельствует о том, что в деформированном материале мартенситное превращение реализуется во всем объеме.

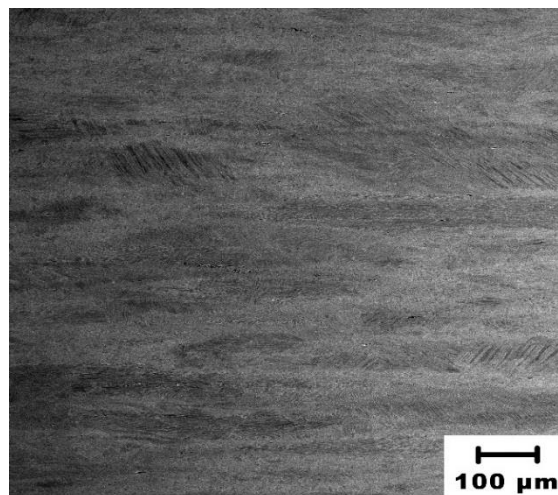


рис.2. Микроструктура образца сплава Ni_2MnGa после ДТО методом ВИК с последующей экструзией при $T=700^\circ\text{C}$

Предполагается, что такая структура типа «ожерелье» будет способствовать повышению механических свойств материала, благодаря тому что мелкозернистая структура будет выполнять роль стока напряжений, вызванных мартенситным превращением. Металлографическая текстура может способствовать повышению анизотропии свойств и как следствие повышению функциональных свойств сплавов Гейслера.

Кристаллическая структура сегнетоэлектрических фаз на основе ниобата серебра

Безбородова Полина Александровна

Луницкая Юлия Александровна

Челябинский государственный университет

Луницкая Юлия Александровна

ibragimova-polin@mail.ru

Среди известных классов сегнето- и пьезоэлектриков одними из самых важных в практическом отношении являются соединения и твердые растворы со структурой типа перовскита. Особый интерес представляют сложные оксиды на основе ниобатов одно- и двухвалентных металлов, обладающие широким изоморфизмом, характерным для данного структурного типа [1].

Однако на сегодняшний день до конца не изученными остаются вопросы условий синтеза сложных ниобатов, содержащих катионы тяжелых металлов, фрагментарно описаны кинетические особенности твердофазного взаимодействия в таких системах.

В связи с этим целью работы явилось изучение кинетических закономерностей твердофазного синтеза ниобатов, модифицированных ионами тяжелых металлов (молибдена, вольфрама) при частичном замещении ионами серебра в порошковых реакционных смесях $(1-x)\text{AgNO}_3-(1-x)\text{Nb}_2\text{O}_5-x\text{MeO}_3$ ($\text{Me} = \text{Mo}, \text{W}$ при $0 \leq x \leq 1.0$), выявление концентрационной области гомогенности твердых растворов $\text{Ag}_{1-x}\text{Nb}_{1-x}\text{Me}_x\text{O}_6$ со структурой типа перовскита и исследование микроструктуры поверхности сегнетокерамических фаз.

Синтез исследуемых материалов проводили по стандартной керамической технологии [2]. Необходимые режимы и параметры синтеза выбирали на основе данных термогравиметрического (дерииватограф системы Paulik-Erdey) и рентгенофазового (дифрактометр Bruker D8 ADVANCE, $\text{CuK}\alpha$ -излучение) анализа. Параметры кристаллической структуры образцов уточняли методом Ритвельда с применением программного комплекса GSAS. Морфологию поверхности керамических соединений ниобатов и их производных исследовали с